I Erläuterungen

Voraussetzungen gemäß KCBG und Abiturerlass BG jeweils in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung

Standardbezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Kompetenzbereiche sind für die Bearbeitung der jeweiligen Aufgabe besonders bedeutsam. Darüber hinaus können weitere, hier nicht ausgewiesene Kompetenzbereiche für die Bearbeitung der Aufgabe nachrangig bedeutsam sein, zumal die Kompetenzbereiche in engem Bezug zueinander stehen. Die Operationalisierung des Bezugs zu den Kompetenzbereichen des Standardbezugs erfolgt in Abschnitt II.

Aufgabe	Kompetenzbereiche				
	K1	K2	K3	K4	K5
1.1	X				
1.2		X	X		
2	X	X			
3	X	X			
4.1.1	X				
4.1.2		X			
4.1.3		X			
4.1.4	X				
4.2	X		X		
5.1		X			
5.2	X				

Inhaltlicher Bezug
Die nachfolgend ausgewiesenen Themenfelder sind die wesentliche inhaltliche Grundlage für die vorliegenden Aufgaben. Darüber hinaus können weitere, hier nicht explizit ausgewiesene Themenfelder für die Bearbeitung nachrangig bedeutsam sein.
Q1: Wichtige Kohlenstoffverbindungen in Labor und Technik
Q2: Instrumentelle Analysetechniken
Q3: Redoxreaktionen, Elektrochemie und Energetik
verbindliche Themenfelder: Aliphatische Kohlenstoffverbindungen (Q1.1), Aromatische Kohlenstoffverbindungen (Q1.2), Mehrstufige Synthesen (Q1.3), UV-VIS-Spektroskopie (Q2.1), Gaschromatographie (Q2.2), Redoxreaktionen und Elektrochemie (Q3.1), Energetik bei chemischen Reaktionen (Q3.2)

II Lösungshinweise

In den nachfolgenden Lösungshinweisen sind alle wesentlichen Gesichtspunkte, die bei der Bearbeitung der einzelnen Aufgaben zu berücksichtigen sind, konkret genannt und diejenigen Lösungswege aufgezeigt, welche die Prüflinge erfahrungsgemäß einschlagen werden. Selbstverständlich sind jedoch Lösungswege, die von den vorgegebenen abweichen, aber als gleichwertig betrachtet werden können, ebenso zu akzeptieren.

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
1.1	berechnen $n(Cl_2) = \frac{I \cdot t \cdot \eta}{z \cdot F} = \frac{300\,000\,\text{A} \cdot 86\,400\,\text{s} \cdot 0{,}95 \cdot \text{mol}}{2 \cdot 96\,485\,\text{A} \cdot \text{s}} = 128\,\text{kmol}$ $V(Cl_2) = \frac{n(Cl_2) \cdot R \cdot T}{p} = \frac{128\,\text{kmol} \cdot 0{,}08314\,\text{bar} \cdot \text{L} \cdot 293{,}15\,\text{K}}{1{,}010\,\text{bar} \cdot \text{mol} \cdot \text{K}} = 3089\,\text{m}^3$	4		
1.2	erklären An der Anode müsste die Reaktion des unedelsten Redoxpaares ablaufen (kleinstes Potential, Bildung des Sauerstoffs) und an der Kathode diejenige des edelsten Redoxpaares (positivstes Potential, Bildung von Wasserstoff). Daraus resultiert die geringstmögliche Spannung für diese erzwungene Reaktion. begründen Bei der Bildung von Gasen kommt es durch verschiedene Faktoren zu Überspannungen. Diese müssten bei Sauerstoff größer sein als bei Chlor, wodurch Chlor gebildet wird. Eine Überspannung bei der Wasserstoffabscheidung dürfte die Bildung von Wasserstoff gegenüber der Na-Abscheidung benachteiligen.		2	2
	Summe 8	**4**	**2**	**2**

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
2	berechnen Bei 25 °C gilt: $\Delta_R H_m^0 = \left[2 \cdot \Delta_f H_m^0(\text{HgO})\right] - \left[2 \cdot \Delta_f H_m^0(\text{Hg, l}) + \Delta_f H_m^0(O_2)\right]$ $= \left\{\left[2 \cdot (-91)\right] - \left[2 \cdot 0 + 0\right]\right\} \frac{\text{kJ}}{\text{mol}} = -182\,\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ $\Delta_R S_m^0 = \left[2 \cdot S_m^0(\text{HgO})\right] - \left[2 \cdot S_m^0(\text{Hg, l}) + S_m^0(O_2)\right]$ $= \left\{\left[2 \cdot 70\right] - \left[2 \cdot 75{,}8 + 205\right]\right\} \frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = -216{,}6\,\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ $\Delta_R G_m^0 = \Delta_R H_m^0 - T \cdot \Delta_R S_m^0 = -182\,\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - \left[298{,}15\,K \cdot (-0{,}2166)\frac{\text{kJ}}{\text{mol} \cdot \text{K}}\right] = -117{,}4\,\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ Bei 500 °C gilt: $\Delta_R H_m = \Delta_R H_m^0 - 2 \cdot \Delta_V H_m = -300{,}2\,\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ $\Delta_R S_m = \Delta_R S_m^0 - 2 \cdot \Delta_V S_m = -404{,}2\,\frac{\text{J}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ $\Delta_R G_m = \Delta_R H_m - T \cdot \Delta_R S_m = -300{,}2\,\frac{\text{kJ}}{\text{mol}} - 773{,}15\,K \cdot -0{,}4042\,\frac{\text{kJ}}{\text{mol} \cdot \text{K}} = 12{,}3\,\frac{\text{kJ}}{\text{mol}}$ erklären Während die Bildung des Quecksilberoxids bei Standardtemperatur ein stark exergonischer Prozess ist, ist diese bei 500°C endergonisch. Daher läuft der umgekehrte Prozess – die Zersetzung – freiwillig ab.	3	2	2
	Summe 7	**3**	**2**	**2**

Nicht für den Prüfling bestimmt

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
3	berechnen $c(\mathrm{Hg_2^{2+}}) = \frac{K_\mathrm{L}}{c^2(\mathrm{Cl^-})} = \frac{10^{-54}}{(4{,}0)^2} \cdot \frac{\mathrm{L^2 \cdot mol^3}}{\mathrm{mol^2 \cdot L^3}} = 6{,}25 \cdot 10^{-56}\ \mathrm{mol/L}$ $E = E^0 + \frac{0{,}059\,\mathrm{V}}{z} \cdot \lg \frac{c(\mathrm{Hg_2^{2+}})}{c^2(\mathrm{Hg})} = 0{,}80\,\mathrm{V} + \frac{0{,}059\,\mathrm{V}}{2} \cdot \lg \frac{6{,}25 \cdot 10^{-56}}{1^2} = -0{,}83\,\mathrm{V}$	3	2	
	Summe 5	**3**	**2**	

Aufg.	erwartete Leistungen	BE I	BE II	BE III
4.1.1	formulieren CH_3 (Toluol) ← $\overset{\delta+}{CH_3}$–$\overset{\delta-}{Cl}$···$\overset{\delta+}{HgSO_4}$ → ($- HgSO_4$) σ-Komplex (H_3C, H, +) $+ Cl^-$ → p-Xylol (CH_3, CH_3) + HCl π – Komplex σ – Komplex Die Formulierung mesomerer Grenzstrukturen im σ-Komplex ist ebenso zulässig.		5	
4.1.2	erklären [Grenzstrukturen para-Angriff: HC^+ ↔ C^+ (CH_3) ↔ CH^+; jeweils H, CH_3] [Grenzstrukturen ortho-Angriff: C^+ (CH_3) ↔ HC^+ ↔ CH^+; jeweils H, CH_3] Der aktivierende Effekt der Methylgruppe erklärt sich durch den +I-Effekt, den sie auf den aromatischen Ring ausübt. Hierdurch wird die Elektronendichte im Ring und damit dessen Reaktivität erhöht. Der dirigierende Effekt der Methylgruppe beruht auf der stabilisierenden Wirkung ihres +I-Effektes auf eine benachbarte positive Ladung. Bei zwei der gezeigten Strukturen ist dies der Fall. Hier trägt die positive Ladung das der Methylgruppe benachbarte C-Atom, wodurch der +I-Effekt voll wirken kann. Bei einer Meta-Substitution wäre dies nicht der Fall.		2	2

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE I**	**BE II**	**BE III**
4.1.3	erläutern Da sowohl bei der ortho- als auch bei der para-Substitution die σ-Komplex-Grenzstrukturen durch den +I-Effekt der Methylgruppe stabilisiert werden, bildet sich neben dem para-Produkt auch das ortho-Produkt. Da die Produkte der Zweitsubstitution durch den +I-Effekt der zusätzlichen Methylgruppe noch stärker aktiviert sind als das Edukt Toluen, kommt es auch zur Drittsubstitution.			4
4.1.4	formulieren $\overset{0}{Hg} + 2\,H_2\overset{VI}{S}O_4 \longrightarrow \overset{II}{Hg}SO_4 + \overset{IV}{S}O_2 + 2\,H_2O$ Red. $2\,e^-$ (von H_2SO_4 zu SO_2) Ox. $2\,e^-$ (von Hg zu $HgSO_4$)		3	
4.2	entwickeln p-Xylol (CH₃ / CH₃) —hν, Cl_2→ 4-Methylbenzylchlorid (Cl, CH_3) + HCl —NaOH→ 4-Methylbenzylalkohol (OH, CH_3) + NaCl —H_2SO_4, Propen→ Isopropyl-(4-methylbenzyl)-ether (O, CH_3, CH_3, H_3C)		4	2
	Summe 22		**14**	**8**

Aufg.	**erwartete Leistungen**	**BE**		
		I	**II**	**III**
5.1	begründen Methylquecksilber besteht aus einem unpolaren Methylteil und einem stark polaren, positiv geladenen Quecksilberteil. Letzterer ist für die Wasserlöslichkeit verantwortlich. Durch das Derivatisieren nimmt einerseits die Polarität des Quecksilberteils ab und andererseits die Größe des unpolaren Teils zu. Dies hat zwei Konsequenzen. Die Löslichkeit des Ethylmethylquecksilbers in Wasser und der Siedepunkt sinken. Beides führt zu einer stärkeren Anreicherung des Quecksilbers im Dampfraum als ohne Derivatisierung.			4
5.2	nennen Peakformen: Fronting, Tailing Ursachen: Überladung der Säule, Zersetzung auf der Säule Alternativ können bei den Ursachen auch andere genannt werden, je nachdem, welche im Unterricht behandelt wurden.	4		
	Summe 8	**4**		**4**

III Bewertung und Beurteilung

Die Bewertung und Beurteilung erfolgt unter Beachtung der nachfolgenden Vorgaben nach § 33 der Oberstufen- und Abiturverordnung (OAVO) in der jeweils geltenden Fassung. Bei der Bewertung und Beurteilung der sprachlichen Richtigkeit in der deutschen Sprache sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 12 Satz 3 OAVO in Verbindung mit Anlage 9b anzuwenden.

Bei der Bewertung und Beurteilung der Übersetzungsleistung in den Fächern Latein und Altgriechisch sind die Bestimmungen des § 9 Abs. 14 OAVO in Verbindung mit Anlage 9c anzuwenden.

Der Fehlerindex ist nach Anlage 9b zu § 9 Abs. 12 OAVO zu berechnen. Für die Ermittlung der Punkte nach Anlage 9a zu § 9 Abs. 12 OAVO sowie Anlage 9c zu § 9 Abs. 14 OAVO wird jeweils der ganzzahlige nicht gerundete Prozentsatz bzw. Fehlerindex zugrunde gelegt.

Für die Bewertung in den modernen Fremdsprachen ist der „Erlass zur Bewertung und Beurteilung von schriftlichen Arbeiten in allen Grund- und Leistungskursen der neu beginnenden und fortgeführten modernen Fremdsprachen in der gymnasialen Oberstufe, dem beruflichen Gymnasium, dem Abendgymnasium und dem Hessenkolleg“ vom 7. August 2020 (ABl. S. 519) zugrunde zu legen. Demnach erfolgt die Bewertung und Beurteilung mit der Maßgabe, dass lediglich bei der Ermittlung des Prüfungsergebnisses (Note) aus Prüfungsteil 1 und 2 gerundet wird.

Darüber hinaus sind die Vorgaben der Erlasse „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen (Abiturerlass)“, „Hinweise zur Vorbereitung auf die schriftlichen Abiturprüfungen im beruflichen Gymnasium (fachrichtungs-/ schwerpunktbezogene Fächer) (Abiturerlass BG)“ und „Durchführungsbestimmungen zum Landesabitur“ in der für den Abiturjahrgang geltenden Fassung zu beachten.

Als Kriterien für die Bewertung und Beurteilung dienen unter Beachtung der Zielsetzung der gymnasialen Oberstufe nach § 1 Abs. 2 OAVO neben dem Inhaltlichen auch die in den Kerncurricula genannten überfachlichen Kompetenzen, insbesondere die Sprachkompetenz und Wissenschaftspropädeutik; dies zeigt sich u.a. in qualitativen Merkmalen wie Strukturierung, Differenziertheit, (fach-)sprachlicher Gestaltung und Schlüssigkeit der Argumentation.

Im Fach Chemietechnik besteht die Prüfungsleistung aus der Bearbeitung von zwei Aufgabenmodulen, wofür insgesamt maximal 100 BE vergeben werden können. Ein Prüfungsergebnis von **5 Punkten (ausreichend)** setzt voraus, dass mindestens 45% der zu vergebenden BE erreicht werden. Ein Prüfungsergebnis von **11 Punkten (gut)** setzt voraus, dass mindestens 75% der zu vergebenden BE erreicht werden.

Gewichtung der Aufgaben und Zuordnung der Bewertungseinheiten zu den Anforderungsbereichen

Aufgabe	Bewertungseinheiten in den Anforderungsbereichen			Summe
	AFB I	AFB II	AFB III	
1	4	2	2	**8**
2	3	2	2	**7**
3	3	2		**5**
4		14	8	**22**
5	4		4	**8**
Summe	**14**	**20**	**16**	**50**

Die auf die Anforderungsbereiche verteilten Bewertungseinheiten innerhalb der Aufgaben sind als Richtwerte zu verstehen.